BULLETIN

DU

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

ANNÉE 1960. — N° 4.

439e RÉUNION DES NATURALISTES DU MUSÉUM

23 juin 1960

PRÉSIDENCE DE M. LE PROFESSEUR J. BERLIOZ

COMMUNICATIONS

LE SQUELETTE DES MEMBRES ET SES RAPPORTS MUSCULAIRES DANS LE GENRE LEMUR *L.*

I. *L'humérus.*

Par F.-K. JOUFFROY.

Les makis (*Lemur* L.), grimpeurs et sauteurs arboricoles comme tous les lémuriformes, mais aussi marcheurs à allure quadrupède, sont les moins spécialisés et les plus typiques parmi les Lémuriens. Très communs à Madagascar, aisément adaptés à la captivité et au dépaysement, ils passent pour les plus étudiés et les mieux connus des Prosimiens (Hill, 1953). Pour aussi étendue et variée que soit aujourd'hui la connaissance de ce groupe (zoologie, anatomie, éthologie, etc.), une lacune demeure, qui concerne l'anatomie des membres. Les makis n'ayant, en effet, jamais fait l'objet de monographies, comme les Indrisinés (Milne Edwards et Grandidier, 1875) ou *Daubentonia* (Owen, 1866 ; Zuckerkandl, 1900), les seuls documents sur le sujet sont des planches de dissections (Cuvier et Laurillard, 1849 ; Milne Edwards et Grandidier, 1890) et des remarques éparses dans divers ouvrages d'anatomie comparée (Mivart, 1867 ; Murie et Mivart, 1872 etc...). Ces considérations nous ont incité à étudier l'ostéologie et la myologie des membres des lémurs et à publier une description des divers éléments osseux de l'appareil locomoteur en fonction de leurs relations musculaires, description aujourd'hui consacrée à l'humérus.

On a distingué près de quarante espèces de makis, dont beaucoup ne correspondent qu'à des variations géographiques ou sexuelles. N'ayant pas à prendre parti dans des discussions de systématique, nous admettons ici, avec O. Hill (1953), les six espèces suivantes : *L. catta* L. ; *L. variegatus* Kerr ; *L. fulvus* E. Geoffroy ; *L. mongoz* L. ; *L. macaco* L. ; *L. rubriventer* I. Geoffroy. Nos dissections ont porté sur les cinq premières, l'examen ostéologique sur les quatre premières.

Dimensions et proportions de l'humérus de l'adulte.

La longueur maximale de l'humérus est assez peu variable chez les makis : de 70 à 90 mm environ, exception faite de l'espèce *L. variegatus*, nettement plus grande (100 mm en moyenne).

Cette longueur représente, pour l'ensemble du genre, de 28 à 30 % de celle de l'épine dorsale, mesurée de l'atlas à la première vertèbre caudale.

Tableau des divers indices huméraux
(cinq spécimens de chaque espèce).

	Indice huméro-spinal	Indice huméro-membral	Indice huméro-radial	Indice huméro-fémoral
L. catta........	30 (29-31)	34,5 (33,5-35)	93 (89-97)	64 (62-65)
L. mongoz......	28 (27,5-28,2)	34,5 (34-34,7)	93 (91-95)	65 (64,5-65,5)
L. fulvus.......	29,4	34,6 (34-35)	94 (91-96)	66 (65-67)
L. variegatus...	29 (28-29,8)	38 (37-38,5)	103 (102-104)	70 (68-71)

La comparaison de l'humérus aux autres éléments du membre antérieur permet d'établir des distinctions spécifiques. Le rapport de la longueur de l'humérus à celle du squelette complet du bras, de la tête humérale à l'extrémité de la troisième phalange du quatrième doigt (ici, le plus long), est identique pour les espèces *catta*, *mongoz* et *fulvus*, alors qu'il est nettement plus élevé chez *L. variegatus* (v. tableau). La distinction n'est pas seulement statistique, car les valeurs extrêmes elles-mêmes ne se recouvrent pas. Si on envisage l'indice huméro-radial, on constate de même l'importance relative de l'humérus de *L. variegatus* : seule, cette espèce a un radius plus court que l'humérus, l'inverse étant de règle chez les autres makis, comme chez tous les Prosimiens [1]. Ici encore, les valeurs extrêmes ne se recouvrent pas : elles sont situées de part et

1. Autre exception : *Daubentonia*.

d'autre de l'indice 100. Ainsi, l'espèce *variegatus* se distingue-t-elle des autres, non seulement par la longueur absolue de son humérus, mais aussi par la longueur relative de cet os dans le membre pectoral.

Comparé au fémur, enfin, on trouve l'humérus le plus long chez *L. variegatus*, le plus court chez *L. catta*. Comme l'indice huméro-fémoral suit de très près l'indice intermembral chez les Prosimiens [1], ces différences peuvent être mises en relation avec des degrés dans l'adaptation au saut, le premier étant plus grimpeur, le second plus marcheur-sauteur.

Dans l'ensemble des Lémuriens malgaches, les makis se distinguent par un humérus plus court par rapport à l'épine dorsale, plus long par rapport au reste du membre pectoral et par rapport au fémur [2], ce qui correspond vraisemblablement à la moindre spécialisation du genre.

Morphologie et rapports musculaires.

Épiphyse supérieure.

L'extrémité supérieure de l'humérus se compose, à la face antérieure, des deux tubérosités séparées par la gouttière bicipitale, à la face postérieure et à la partie supérieure, de la tête articulaire.

Les tubérosités (*a*, *b*), zones d'insertion des muscles scapulaires, débordent largement la tête humérale de chaque côté : le rapport de la largeur de la surface articulaire à celle des tubérosités est moindre chez les makis que chez n'importe quel autre Primate (Botez, 1926).

Le trochiter (*a*) constitue la limite supérieure du « V deltoïdien » (*e*). C'est une importante saillie osseuse qui dépasse légèrement le niveau de la surface articulaire. A la partie supérieure, sur une petite plage plane et oblongue, s'insère le **sus-épineux** (13), dont le tendon vient de l'arrière et d'en haut. La face latérale est marquée d'une fossette très profonde, au creux de laquelle s'insère le **sous-épineux** (14) par un tendon mince et très puissant. A l'avant et à l'arrière, enfin, s'insèrent respectivement deux muscles, dont les tendons sont perpendiculaires à l'axe de l'os, et, par là même, plus ou moins antagonistes : en avant du sous-épineux, le **petit pectoral** (10), qui vient du thorax en surcroisant le long chef du biceps, et dont l'insertion distale est, ici, uniquement humérale ; à la naissance du bord postérieur de l'empreinte deltoïdienne, le **petit rond** (15), qui vient de l'omoplate.

Le trochin (*b*) apparaît, à la face antérieure de l'os, comme un élargissement de la diaphyse. Contrairement au trochiter, il ne forme qu'un faible relief par rapport à la « gouttière bicipitale » (*d*) et, proximalement, n'atteint pas le niveau de la surface articulaire. Vers le haut et vers l'intérieur, il est limité par une large facette rugueuse, plage d'insertion du **sous scapulaire** (17), très puissant et dont quelques fibres descendent sur le bord interne de l'os au voisinage du faisceau supérieur du **coraco-bra-**

1. Sauf chez *Tarsius* (Mollison, 1911).
2. Parmi les Lémurinés, *Hapalemur* présente les mêmes caractères ; *Lepidolemur*, au contraire, se rapproche des Indrisinés.

chial (19 *a*) (court coraco-brachial de Wood, 1867 ; capsulaire de l'épaule des quadrupèdes). Ce dernier muscle, représenté par de courtes fibres longitudinales qui contournent par derrière la petite tubérosité, en avant du tendon du sous-scapulaire, s'insère en effet à l'extrémité supérieure de la crête latérale interne de l'humérus (dans une dépression qui correspond au « col chirurgical ») entre trochin et surface d'insertion du grand rond.

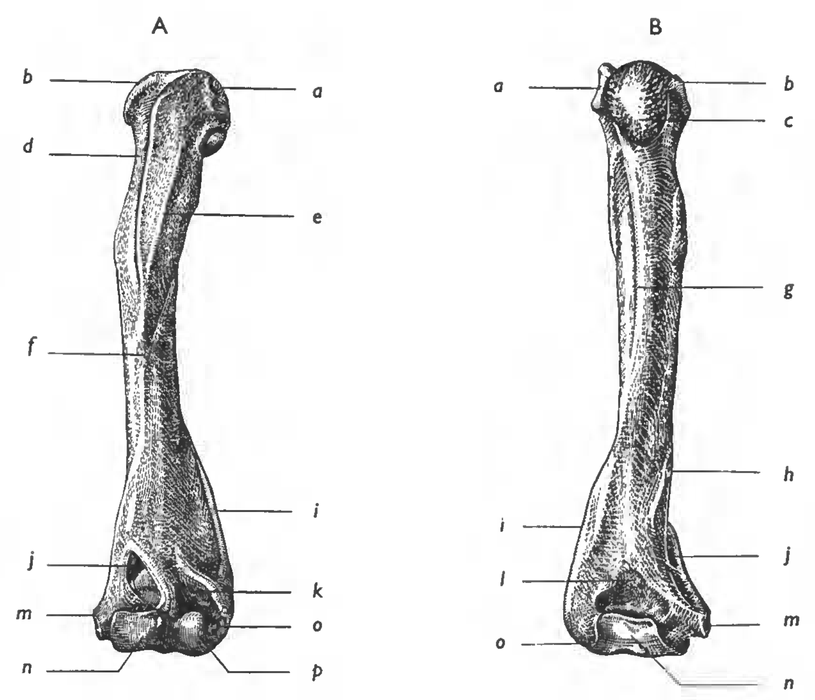


Fig. 1. — *Lemur variegatus*. Modelé de l'humérus, A : face antérieure ; B : face postérieure. *a* : grande tubérosité ou trochiter ; *b* : petite tubérosité ou trochin ; *c* : tête humérale ; *d* : gouttière bicipitale ; *e* : V deltoïdien ; *f* : tubercule deltoïdien ; *g* : ligne âpre postérieure ; *h* : trou nourricier ; *i* : crête externe ; *j* : foramen sus-épitrochléen ; *k* : fossette radiale ; *l* : fossette olécranienne ; *m* : épitrochlée ; n : trochlée; *o* : épicondyle ; *p* : condyle.

La brièveté du bras de levier sur l'humérus des six muscles tubéraux, ainsi que leur morphologie et leurs insertions, en font plutôt des éléments de cohésion que de motricité.

Le condyle articulaire est ellipsoïdal (*c*) et regarde vers l'arrière : la torsion, ou déclinaison, oscille autour de 90°. La plus forte courbure, selon le grand axe, est longitudinale et l'arc peut dépasser 180°. En revanche, l'arc transversal est court et aplati. Ce trait, comme le grand développement des tubérosités, limite les mouvements de latéralité au profit des mouvements antéro-postérieurs.

DIAPHYSE.

La diaphyse humérale présente, chez les makis comme chez les autres Primates, une double incurvation antéro-postérieure, en S : l'angle de déviation supérieure est très important (jusqu'à 20° d'après BOTEZ), l'angle de déviation inférieure, très faible. La section moyenne de l'os est subcirculaire : un léger aplatissement se manifeste cependant chez *L. catta* (88<I<93), peut-être en rapport avec l'allure plus quadrupède de l'espèce. La robusticité est élevée : elle croît de *L. variegatus* (23-25) à *L. fulvus* et *L. mongoz* (25-28), où elle atteint les valeurs maximales observées chez les Primates. La robusticité a été mise, par BOTEZ, en rapport avec le développement des insertions musculaires et la flexion angulaire.

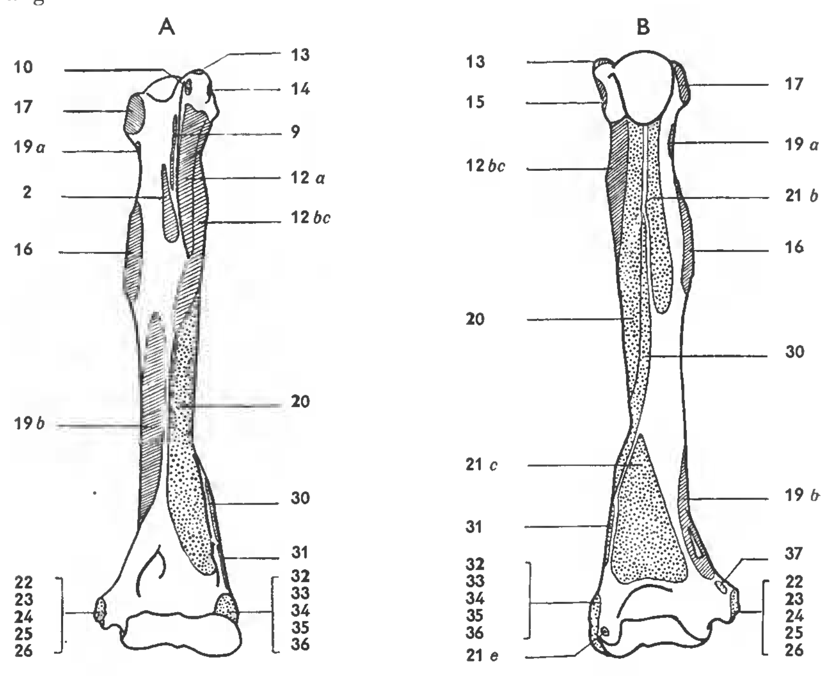


FIG. 2. — Insertions musculaires schématiques sur l'humérus, A : face antérieure ; B : face postérieure. En hachuré, insertions distales ; en pointillé, insertions proximales. (Pour la légende de cette figure, voir fig. 3-4. L'insertion du **vaste interne** 21 *c* doit être prolongée linéairement, du côté interne, jusqu'au niveau de celle du **grand rond** 16.)

Le relief le plus marqué de la face antérieure de la diaphyse humérale est le « V » deltoïdien (*e*), sur le côté externe, qui comporte deux surfaces bien délimitées. La plus antérieure, et la plus courte, est bordée vers l'intérieur par une arête vive qui surplombe la coulisse bicipitale, et, vers l'extérieur, par une ligne âpre qui s'écarte en oblique, à partir du tubercule deltoïdien (*f*) très proéminent, pour arriver tangentiellement au bord antérieur de la grande tubérosité. La partie latérale, contiguë,

est limitée vers l'avant par cette ligne et vers l'arrière par une seconde ligne âpre, parallèle à la première, qui naît à la moitié de l'os sur le bord de la coulisse bicipitale et arrive tangentiellement au bord postérieur du trochiter. La première de ces surfaces correspond à l'insertion du faisceau claviculaire (12 *a*) du **deltoïde**, la seconde à l'ensemble de ses faisceaux acromial et spinal (12 *b* et *c*). Chez les makis, en effet, le muscle est formé de trois portions tout à fait distinctes à l'origine. Mais, tandis que le deltoïde claviculaire reste indépendant, les fibres obliques du faisceau spinal viennent s'unir, au niveau de la tête humérale, aux fibres longitudinales de la face profonde du faisceau acromial.

La partie interne de la face antérieure de l'os est formée, proximalement, de la gouttière bicipitale (*d*), longée par le **biceps** (18), remarquablement court et puissant, et région d'insertion des « grands muscles du bras ». Cette coulisse, presque axiale, est très marquée : elle ne forme proprement « gouttière » qu'entre les tubérosités ; ensuite, c'est plutôt un replat qui, vers l'extérieur, bute contre la crête interne, tranchante et en surplomb, du V deltoïdien et, vers l'intérieur, est déclive jusqu'au bord même de l'os. Sa plus grande largeur est située vers le milieu de la diaphyse. Trois muscles de l'épaule viennent s'y insérer, une peu au-dessus du tubercule deltoïdien : le tendon en U des divers faisceaux du **grand pectoral** (9), le long de la lèvre externe de la coulisse, au contact du deltoïde ; le **grand rond** (16), sur une saillie du bord interne de l'humérus, par un très large tendon ; le **grand dorsal** (2), immédiatement en avant du précédent, qu'il recouvre, par un tendon moitié moins large. L'importance du bras de levier, due au niveau de leur insertion humérale, et la direction perpendiculaire de leurs fibres, ajoutent à la grande puissance de ces muscles, adducteurs du bras.

Le dernier des muscles de l'épaule à intéresser la diaphyse humérale, est le faisceau inférieur du **coraco-brachial** (19 *b*) (long coraco-brachial de Wood, 1867). Ce muscle, né sur le tendon du court biceps, s'insère au bord interne de l'os, dans sa moitié distale, sur une surface allongée qui s'étend depuis le tubercule deltoïdien, dans le prolongement de la gouttière bicipitale, à l'avant et en haut, jusqu'à la partie postérieure du foramen sus-épitrochléen (*j*) [1], en bas et en arrière. Elle enferme le trou nourricier (*h*). Ce muscle, dont l'efficacité est accrue par la longueur du bras de levier, a, comme le faisceau acromial du deltoïde, une importance particulière dans l'abduction du bras.

Sur les autres parties de la diaphyse, prennent origine les différents muscles de l'avant-bras. La face postérieure est marquée d'une ligne âpre axiale (*g*) qui naît sous la tête articulaire, et qui, dans le tiers distal, s'infléchit pour former le bord de la crête externe (*i*). Celle-ci est plus aplatie, développée, excavée et recourbée vers le condyle externe que chez n'importe quel Primate, ct son aspect, chez les makis, est très caractéristique. De part et d'autre de cette ligne s'insèrent : vers l'intérieur, le **vaste externe** (21 *b*), de la tête articulaire à la moitié de l'os, entre le grand rond et le muscle suivant ; vers l'extérieur, le **brachial antérieur** (20), dont l'inser-

1. Passage du nerf médian et de l'artère humérale.

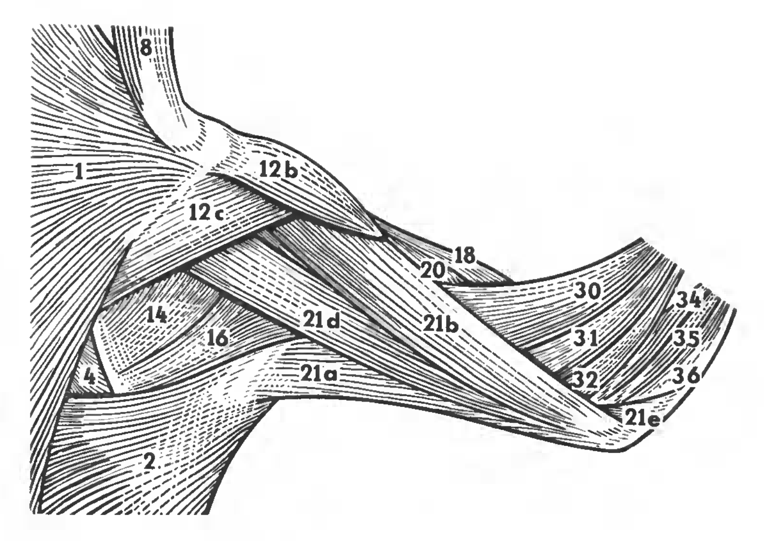


Fig. 3. — Muscles du bras, vue postéro-externe.

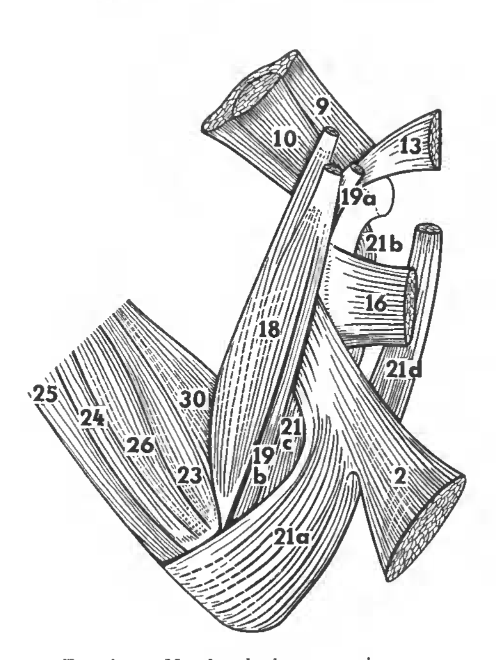


Fig. 4. — Muscles du bras, vue interne.

1 : trapèze ; 2 : grand dorsal ; 4 : rhomboïde ; 8 : omo-trachélien ; 9 : grand pectoral ; 10 : petit pectoral ; 12 : deltoïde (*a* : faisceau claviculaire ; *b* : faisceau acromial ; *c* : faisceau spinal) ; 13 : sus-épineux ; 14 : sous-épineux ; 15 : petit rond ; 16 : grand rond ; 17 : sous-scapulaire ; 18 : biceps ; 19 : coraco-brachial (*a* : faisceau supérieur ; *b* : faisceau inférieur) ; 20 : brachial antérieur ; 21 : triceps (*a* : dorso-épitrochléen ; *b* : vaste externe ; *c* : vaste interne ; *d* : long vaste ; *e* : épicondylo-cubital) ; 22 : rond pronateur ; 23 : grand palmaire ; 24 : petit palmaire ; 25 : cubital antérieur ; 26 : fléchisseur superficiel des doigts ; 30 : long supinateur ; 31 : premier radial ; 32 : deuxième radial ; 33 : court supinateur ; 34 : extenseur commun ; 35 : extenseur du V ; 36 : cubital postérieur ; 37 : épitrochléo-olécranien.

tion, remarquablement longue, s'enroule obliquement vers l'avant autour du bord externe de l'os en suivant, depuis la tête humérale, la limite externe du V deltoïdien. Sous celui-ci, elle occupe toute la partie externe de la face antérieure de la diaphyse. A partir du premier quart de l'os, au brachial antérieur fait suite, le long de la ligne âpre postérieure, le **long supinateur** (30), qui la longe jusqu'à la première moitié de la crête externe, la seconde moitié étant la zone d'insertion du **premier radial** (31), (long extenseur radial du carpe). Dans la moitié inférieure de la face postérieure, enfin, se trouve l'origine du **vaste interne** (21 *c*) : c'est une surface triangulaire limitée, vers l'intérieur par le bord postérieur du foramen sus-épitrochléen, vers l'extérieur par le bord de la crête interne, vers le bas par la cavité olécranienne, et prolongée linéairement vers le haut et l'intérieur jusqu'au niveau de l'insertion du **grand rond**.

Épiphyse inférieure.

L'épiphyse inférieure comprend la surface articulaire (*n* et *p*), l'épitrochlée (*m*) et l'épicondyle (*o*).

La surface articulaire est située dans le prolongement de la diaphyse [1] ; l'axe articulaire est perpendiculaire à celui de l'os. Elle présente, atténués, les caractères communs aux Lémuriformes : condyle (*p*) saillant et globuleux, gouttière intermédiaire marquée, correspondant au maximum de profondeur de l'articulation ; trochlée (*n*) large, plutôt cylindrique que réellement trochléaire, montrant cependant, ici, l'ébauche d'une gorge ; la joue interne est à peine plus marquée que l'externe ; vers l'arrière, elle est peu étendue, ses bords sont vifs et saillants par rapport aux épicondyles, et sans continuité avec une fosse olécranienne (*l*) peu profonde (spécialement chez *L. variegatus*). Les fossettes radiale et coronoïdienne sont bien séparées par une arête osseuse, la première bien marquée, la seconde confondue avec le méat sus-épitrochléen antérieur.

L'épitrochlée est très développée : elle est située dans l'axe de la région articulaire. Elle se termine par une plage oblongue, rugueuse, sur laquelle s'insèrent les tendons des muscles pronateurs et fléchisseurs de l'avant-bras, plus ou moins confondus : **rond pronateur** (22) et **grand palmaire** (23) à la partie supérieure, **petit palmaire** (24), **fléchisseurs des doigts** (26) et chef huméral du **cubital antérieur** (25) en dessous. Enfin, à la partie postérieure de l'arcade osseuse du foramen sus-épitrochléen, prend naissance l'**épitrochléo-olécranien** (37), dit aussi anconé interne, bien que théoriquement distinct de la masse tricipitale (Le Double 1897).

Sur l'épicondyle s'insèrent les muscles supinateurs et extenseurs. A l'extrémité de la crête externe, sur une petite plage triangulaire qui limite la fossette radiale, prend naissance le **deuxième radial** (32) (court extenseur radial du carpe). Un peu en arrière, sur une arête latérale, s'insèrent deux tendons : d'une part, l'**extenseur commun** (34) et l'**extenseur propre du V** (35) confondus ; d'autre part, le **court supinateur** (33)

1. Elle n'est déjetée ni vers l'avant, ni vers l'intérieur, comme chez beaucoup de Primates.

et le **cubital postérieur** (36). Enfin, à l'arrière de l'épicondyle naît, à la suite du vaste interne, auquel certains auteurs le rattachent (Charles, 1925), et souvent uni à lui, l'**épicondylo-cubital** ou anconé (21 *e*).

Conclusion.

L'humérus des makis se caractérise, entre les Prosimiens, par sa brièveté par rapport à l'épine dorsale, par sa grande longueur par rapport au reste du membre pectoral (ce trait, exagéré chez *L. variegatus* caractérise cette espèce), et par sa robustesse. Les muscles sont du type : « court et gros, à mouvements peu amples et très puissants » (Anthony et Hazard, 1905). Leurs insertions, surtout lorsqu'elles sont tendineuses, correspondent à un modelé vigoureux de l'os.

Au point de vue fonctionnel, la forme des surfaces articulaires et l'étendue des insertions musculaires empêchent l'extension des articulations. Le bras est d'ailleurs uni au corps et à l'avant-bras par des sortes de membranes : celles-ci recouvrent, d'une part le « dorso-épitrochléen », entre grand dorsal et triceps, et, d'autre part, les long supinateur et premier radial. Les mouvements sont donc limités en amplitude si non en force : le bras est en adduction plus ou moins prononcée, le coude toujours fléchi.

Laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum.

BIBLIOGRAPHIE

Anthony (R.) et Hazard (A.), 1905. — Notes sur la myologie du nègre de l'Oubangui. *L'Anthropologie,* 12 pp.

Botez (I. G.), 1926. — Étude morphologique et morphogénique du bras et de l'avant-bras chez les Primates. Paris, 174 pp.

Charles (J.), 1925. — Le muscle anconé. Son innervation. Ses rapports avec le triceps. *Arch. Anat. Hist. Emb.,* **4,** pp. 281-293.

Hill (W. C. O.), 1953. — Primates. Comparative anatomy and taxonomy. I. Strepsirhini. Edinburgh, 798 pp.

Jouffroy (F.-K.), 1956. — Le membre antérieur d'*Archaeolemur. Mem. Inst. Sc. Madagascar,* série A, **11,** pp. 189-198.

— 1959. — La musculature pectorale de trois genres de Lémuriformes malgaches : *Propithecus, Lemur* et *Daubentonia. Id,* **13,** pp. 179-194.

Le Double (A. F.), 1897. — Variations du système musculaire de l'Homme. t. I, 368 pp. ; t. II, 516 pp. Paris

Miller (R. A.), 1931. — Evolution of the pectoral girdle and forelimb in the Primates. *Amer. J. Phys. Anthrop.,* **17,** pp. 1-46.

Milne Edwards (A.) et Grandidier (A.), 1875. — Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, volume X, t. VI, 396 pp. et Atlas.

Mivart (St-G.), 1867. — On the appendicular skeleton of the Primates. *Phil. Trans. Zool. Soc.,* **7,** pp. 299-429.

MOLLISON (T.), 1911. — Die Körperproportionen der Primaten. *Morphol. Jahrb.*, **42**, pp. 79-305.

MURIE (J.) et MIVART (St-G.), 1872. — On the Anatomy of the *Lemuroidea*. *Trans. Zool. Soc.*, **7**, pp. 1-113.

OLIVIER (G.) et CAIX (M.), 1959. — L'humérus du Semnopithèque. *Mammalia*, **23**, pp. 77-99.

SHRIVASTAVA (R. K.), 1958. Anatomie comparée du muscle deltoïde et son innervation dans la série des Mammifères. *Thèse Univ. Paris*, 94 pp., pl.

WOOD (J.), 1867. — On the human muscular variations and their relations to comparative Anatomy. *J. Anat. Physiol.*, **1**, pp. 44-59.